

PAT-NO: JP409312509A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09312509 A

TITLE: METHOD FOR ADJUSTING DIELECTRIC FILTER AND
DEVICE THEREFOR

PUBN-DATE: December 2, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

UKITA, AKIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NEC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08126863

APPL-DATE: May 22, 1996

INT-CL (IPC): H01P011/00, G05B013/02 , H01P001/205 , G01R031/00 ,
G05B017/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain high efficiency in work and to execute adjustment without depending on the knowhow of a worker by automatically analyzing and deciding the adjustment quantity of a dielectric filter.

SOLUTION: The characteristic of an adjusting element in the dielectric filter 2 is varied from a set value within a fixed range so as to be assigned to a high frequency simulator 12, to be adopted as data of a frequency characteristic corresponding to the deviation of an adjusting element value and a neural network 14 is permitted to learn it. At the time of adjustment, the

frequency characteristic measured from an actual object is inputted to the neural network 14 and the deviation quantity of the adjusting element is obtained. The difference of the frequency characteristic at the time of design from that as against the deviation quantity is the improvement expecting value of the characteristic at the time of correcting deviation quantity. The difference is added to the measured characteristic, the adjusting element value is changed little by little unless it satisfy standard and the characteristic is inspected. After that, difference from the characteristic at the time of design is, moreover, added. When standard is finally satisfied, the total sum of deviation quantity till this time is adjusted as the adjustment quantity of the adjusting element.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-312509

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 P 11/00			H 0 1 P 11/00	K
G 0 5 B 13/02			G 0 5 B 13/02	L
H 0 1 P 1/205			H 0 1 P 1/205	C
// G 0 1 R 31/00			G 0 1 R 31/00	
G 0 5 B 17/02			G 0 5 B 17/02	
審査請求 有 請求項の数3 O L (全 9 頁)				

(21)出願番号 特願平8-126863

(22)出願日 平成8年(1996)5月22日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 浮田 明生

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

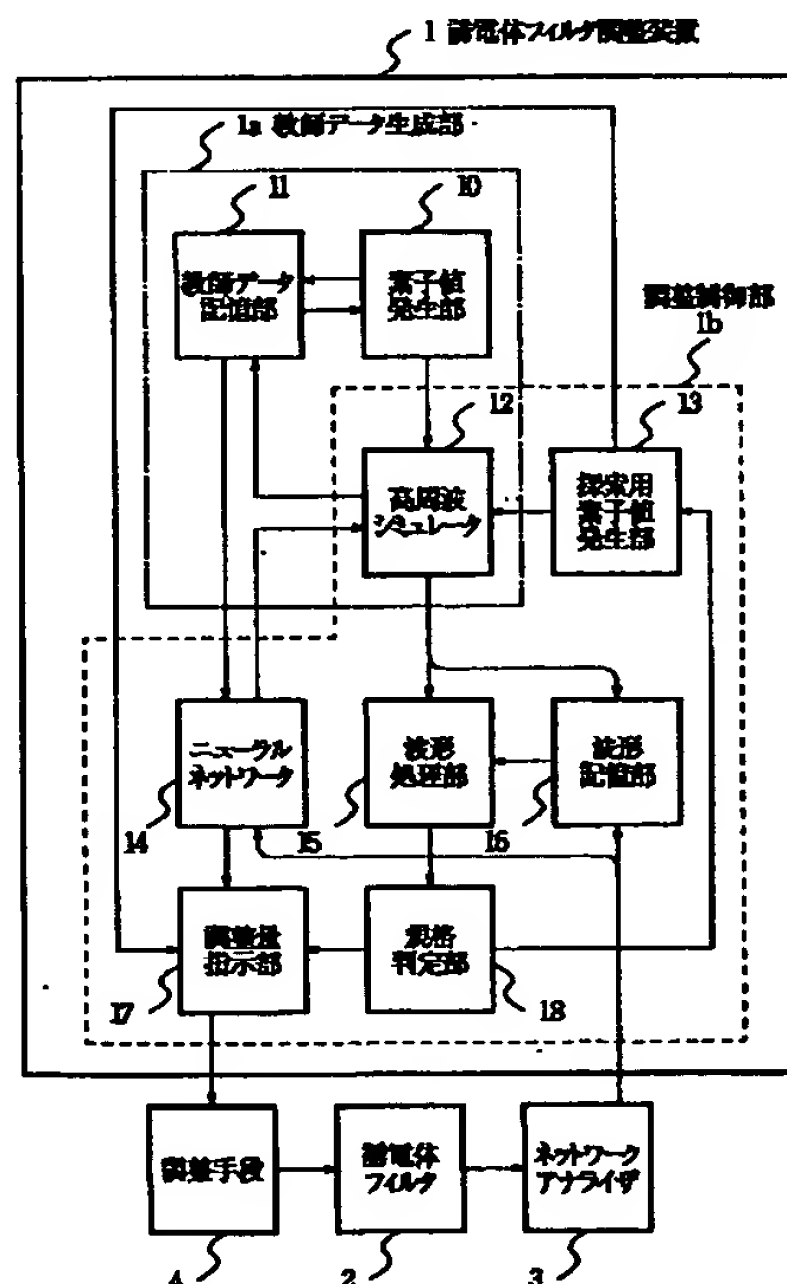
(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54)【発明の名称】 誘電体フィルタの調整方法および装置

(57)【要約】

【課題】誘電体フィルタの調整量を自動的に分析、決定することにより、作業の効率化をはかり、作業者のノウハウに依存しない調整を行う。

【解決手段】誘電体フィルタ2の調整用素子の特性を、設計値から一定の範囲内で変動させて高周波シミュレータ12に割当て、調整用素子値のズレに対応した周波数特性のデータとし、ニューラルネットワーク14に学習させる。調整時は、実物から測定した周波数特性をニューラルネットワーク14に入力し、調整用素子のズレ量を得る。設計時の周波数特性とこのズレ量に対する周波数特性との差は、ズレ量を修正したときの、特性の改善期待値である。前記測定した特性に上記の差を加算し、規格を満足しなければ、調整用素子値を少しずつ変化させて特性検査後、上記設計時の特性との差を更に加算し、最終的に規格を満足したところで、それまでのズレ量の総和を調整用素子の調整量として調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体フィルタの周波数特性を調整する誘電体フィルタの調整方法において、シミュレータ上の誘電体フィルタを構成する素子の内、調整用素子以外の素子値を設計値に設定する第1のステップと、

前記シミュレータにおいて、 n 個の調整用素子値 r_1 から r_n を変動させて前記誘電体フィルタの周波数特性を計算し、これらの調整用素子値 r_1 から r_n と周波数特性を組合わせたデータを教師データとして記憶する第2のステップと、

前記第2のステップで行った調整用素子値の設定を前と違う値にし、予め定められた組合わせが終わるまで繰り返す第3のステップと、

調整対象の誘電体フィルタの周波数特性を測定する第4のステップと、

前記第2のステップおよび前記第3のステップで記憶した組合わせの前記教師データと、前記第4のステップで測定した前記調整対象の誘電体フィルタの周波数特性をニューラルネットワークに入力し、前記教師データに対する調整用素子値のズレを計算する第5のステップと、前記第5のステップで計算した調整用素子値のズレに対する周波数特性を前記シミュレータで計算する第6のステップと、

全ての素子を設計値に設定して前記シミュレータで周波数特性を計算する第7のステップと、

前記第7のステップで計算した周波数特性と前記第6のステップで計算した周波数特性の差分を計算する第8のステップと、

調整用素子の内ひとつを設計値から少し変化させ、他の調整用素子を設計値に設定して前記シミュレータで周波数特性を計算し、その後前記第7のステップで計算した周波数特性との差分を計算する第9のステップと、

前記第4のステップで測定した前記調整対象の誘電体フィルタの周波数特性に、前記第8のステップおよび前記第9のステップで計算した周波数特性の差分を加算し、その後周波数特性の特定の規格点において、規格値と前記加算処理の結果との差である余裕度を計算する第10のステップと、

前記第10のステップにおける前記余裕度が、予め定められた閾値を越えるまで前記第9のステップ、前記第10のステップを繰返し行う第11のステップと、

前記第11のステップで前記余裕度が予め定められた閾値を越えた時の前記第9のステップにおける調整用素子値のずらし量と、前記第5のステップで計算した調整用素子値のズレの合計の分だけ前記調整対象の誘電体フィルタの調整用素子値を調整する第12のステップと、を含むことを特徴とする誘電体フィルタの調整方法。

【請求項2】 前記第2のステップの周波数特性は、調整用素子の値を設計値としたときの周波数特性との差分

であることを特徴とする請求項1記載の誘電体フィルタの調整方法。

【請求項3】 誘電体フィルタの複数の調整用素子値を複数段階に変動させ、前記調整用素子以外の素子値を設計値に設定する素子値発生手段と、前記素子値における周波数特性 A を計算するシミュレーション手段と、前記素子値と前記周波数特性 A を組合わせた教師データを記憶する教師データ記憶手段とからなる教師データ生成手段と、

10 調整対象の誘電体フィルタの周波数特性 B を記憶する波形記憶手段と、前記教師データ記憶手段に記憶された前記組合わせ教師データと前記周波数特性 B を学習し、前記教師データに対する調整用素子値のズレを計算するニューラルネットワーク学習手段と、全ての素子を設計値に設定または調整用素子のひとつを設計値から少し変化させる探索用素子値発生手段と、前記調整用素子値のズレに対する周波数特性 C 、全ての素子を設計値にしたときの周波数特性 D 、調整用素子のひとつを設計値から少し変化させたときの周波数特性 E を計算する前記シミュレーション手段と、前記周波数特性 B 、前記周波数特性 D と前記周波数特性 C の差分、前記周波数特性 E と前記周波数特性 D の差分とを加算する波形処理手段と、周波数特性の特定の規格点において、規格値と前記加算結果の差である余裕度を計算し、余裕度が予め定められた閾値を越えた場合は調整を指示し、閾値を越えなかった場合は閾値を越えるまで、調整用素子値を再設定し周波数特性 E を再計算するよう指示する規格判定手段と、前記規格判定手段および前記探索用素子値発生手段からの指示により調整を行う調整指示手段とからなる調整制御手段と、を有することを特徴とする誘電体フィルタ調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は誘電体フィルタの調整方法および装置に関し、特に熟練者のノウハウに依存せず、調整量を自動的に分析、決定する誘電体フィルタの調整方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、誘電体フィルタの所期の周波数特性を得るためには、部品組立て後に、誘電体フィルタを構成する部品の一部を調整する必要があった。例えば、携帯電話機などで使用される誘電体フィルタには、誘電体共振子、コイルおよびコンデンサを組合わせて構成した品種があるが、この品種を製造する工程では使用する部品の電気的特性のばらつきの影響で、組み立て直後に所期の周波数特性が得られず、誘電体共振子に加工を施して、誘電体共振子自身の共振周波数を変化させることにより、全体の周波数特性を調整していた。

【0003】このような調整作業は、従来測定器の表示を見ながら、人手により行われていた。

【0004】また、人手による調整作業を自動化した従来例としては、熟練者のノウハウを知識ベースとしたファジールールによる、特開平4-28150で開示されているチューナの自動調整装置がある。図7はこの従来例を示す構成図であり、ファジィ推論部40、オシロスコープ41、特徴認識部42、コイル43、チューナ44、ハンド45、46および高周波信号発生器47より構成されている。まず、高周波信号発生器47の信号がチューナ44に印加され、その出力スペクトラムがオシロスコープ41に表示される。同時に、出力スペクトラムから同調のピーク値、同調特性の勾配、面積などの特徴量が特徴認識部42により抽出される。

【0005】次に、ファジィ推論部40は、前記特徴量にファジールールを適用し、コイルの間隔を変化させる調整量を算出する。その調整量に基づいて、ファジィ推論部40はハンド45、46を操作し、コイル43の間隔を変化させて調整を行う。ファジールールの適用にあたっては、熟練者が行う調整の実績に基づいて決定されたメンバシップ関数が用いられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した誘電体フィルタの調整においては、人手による調整を行っているため調整に時間がかかり、かつ作業者のノウハウに影響される欠点がある。また、チューナの自動調整装置は、調整に用いるファジールールのメンバシップ関数を決定するのに熟練者の調整実績を用いるため、実績を記録するのに多大な手間がかかるという欠点があるとともに、属人性が強いことより統一的なファジールールを導出するのが難しいという欠点がある。更に、調整の熟練者が存在しない新製品の調整の場合などには、ファジールールを試行錯誤的に作り出さなければならないという問題がある。

【0007】本発明の誘電体フィルタの調整方法および装置は、熟練者の実績によらず調整量を自動的に分析、決定することにより、作業の効率化をはかり、かつ作業者のノウハウに依存しない調整を行うことを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の誘電体フィルタの調整方法は、誘電体フィルタの周波数特性を調整する誘電体フィルタの調整方法において、シミュレータ上の誘電体フィルタを構成する素子の内、調整用素子以外の素子値を設計値に設定する第1のステップと、前記シミュレータにおいて、 n 個の調整用素子値 r_1 から r_n を変動させて前記誘電体フィルタの周波数特性を計算し、これらの調整用素子値 r_1 から r_n と周波数特性を組合わせたデータを教師データとして記憶する第2のステップと、前記第2のステップで行った調整用素子値の設定を前と違う値にし、予め定められた組合わせが終わるまで繰り返す第3のステップと、調整対象の誘電体フィル

タの周波数特性を測定する第4のステップと、前記第2のステップおよび前記第3のステップで記憶した組合わせの前記教師データと、前記第4のステップで測定した前記調整対象の誘電体フィルタの周波数特性をニューラルネットワークに入力し、前記教師データに対する調整用素子値のズレを計算する第5のステップと、前記第5のステップで計算した調整用素子値のズレに対する周波数特性を前記シミュレータで計算する第6のステップと、全ての素子を設計値に設定して前記シミュレータで周波数特性を計算する第7のステップと、前記第7のステップで計算した周波数特性と前記第6のステップで計算した周波数特性の差分を計算する第8のステップと、調整用素子の内ひとつを設計値から少し変化させ、他の調整用素子を設計値に設定して前記シミュレータで周波数特性を計算し、その後前記第7のステップで計算した周波数特性との差分を計算する第9のステップと、前記第4のステップで測定した前記調整対象の誘電体フィルタの周波数特性に、前記第8のステップおよび前記第9のステップで計算した周波数特性の差分を加算し、その後周波数特性の特定の規格点において、規格値と前記加算処理の結果との差である余裕度を計算する第10のステップと、前記第10のステップにおける前記余裕度が、予め定められた閾値を越えるまで前記第9のステップ、前記第10のステップを繰返し行う第11のステップと、前記第11のステップで前記余裕度が予め定められた閾値を越えた時の前記第9のステップにおける調整用素子値のずらし量と、前記第5のステップで計算した調整用素子値のズレの合計の分だけ前記調整対象の誘電体フィルタの調整用素子値を調整する第12のステップと、を含むことを特徴とする。

【0009】本発明の誘電体フィルタの調整方法は、前記第2のステップの周波数特性が、調整用素子の値を設計値としたときの周波数特性との差分であることを特徴とする。

【0010】本発明の誘電体フィルタ調整装置は、誘電体フィルタの複数の調整用素子値を複数段階に変動させ、前記調整用素子以外の素子値を設計値に設定する素子値発生手段と、前記素子値における周波数特性 A を計算するシミュレーション手段と、前記素子値と前記周波数特性 A を組合わせた教師データを記憶する教師データ記憶手段とからなる教師データ生成手段と、調整対象の誘電体フィルタの周波数特性 B を記憶する波形記憶手段と、前記教師データ記憶手段に記憶された前記組合わせ教師データと前記周波数特性 B を学習し、前記教師データに対する調整用素子値のズレを計算するニューラルネットワーク学習手段と、全ての素子を設計値に設定または調整用素子のひとつを設計値から少し変化させる探索用素子値発生手段と、前記調整用素子値のズレに対する周波数特性 C 、全ての素子を設計値にしたときの周波数特性 D 、調整用素子のひとつを設計値から少し変化させ

たときの周波数特性Eを計算する前記シミュレーション手段と、前記周波数特性B、前記周波数特性Dと前記周波数特性Cの差分、前記周波数特性Eと前記周波数特性Dの差分とを加算する波形処理手段と、周波数特性の特定の規格点において、規格値と前記加算結果の差である余裕度を計算し、余裕度が予め定められた閾値を越えた場合は調整を指示し、閾値を越えなかった場合は閾値を越えるまで、調整用素子値を再設定し周波数特性Eを再計算するよう指示する規格判定手段と、前記規格判定手段および前記探索用素子値発生手段からの指示により調整を行う調整指示手段とからなる調整制御手段と、を有することを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0012】図1は、本発明の一実施の形態を示すブロック図であり、誘電体フィルタ調整装置1と誘電体フィルタ2、ネットワークアナライザ3および調整手段4から構成される。更に、誘電体フィルタ調整装置1は、教師データ生成部1aおよび調整制御部1bより構成される。また、教師データ生成部1aは、素子値発生部10、教師データ記憶部11、高周波シミュレータ12より、調整制御部1bは、高周波シミュレータ12、探索用素子値発生部13、ニューラルネットワーク14、波形処理部15、波形記憶部16、調整量指示部17および規格判定部18よりなる。

【0013】図2は、誘電体フィルタ2の一例を示す実装図であり、実装用基板21の上に、複数の誘電体共振子22、コイル23およびコンデンサ24が実装され、そのうえにケース20がかぶせてある。誘電体共振子22は、例えば図2のように角柱状のセラミックスの外周に電極を焼き付けて形成されている。この誘電体フィルタ2を電気的な等価回路で表すと、個々の誘電体共振子22は共振周波数で特徴づけられる素子として表わすことが出来る。この誘電体フィルタ2の周波数特性が規格から外れていた場合は、例えばA部のような電極の露出部分で、電極を少し削り取ることにより、対応する誘電体共振子22の共振周波数を変化させて、全体の周波数特性の規格を満足させる。すなわち、誘電体フィルタ2の周波数特性の調整は、複数の誘電体共振子22の内、周波数特性を良い方向に変化できるものを選択し、かつ適切な量の電極を削り取ることにより行う。なお、ここで述べる周波数特性とは、予め設定された周波数領域での誘電体フィルタ2の伝達特性であり、SパラメータではS21要素にあたる部分である。

【0014】次に、本発明の動作の概略について、図1および図2を参照して述べる。

【0015】まず、調整用素子である図2の誘電体共振子22の共振周波数に対して、設計値から一定の範囲のずれを設定し、次にその範囲を等間隔にばらつかせる。

例えばズレの範囲を±10%とし、間隔を5等分とする場合、-10%、-5%、0%、5%、10%に設定する。以上の設定を全ての誘電体共振子22に行い、次に、個々の誘電体共振子22にいずれかひとつの値を割り当てて、いろいろな組合わせをつくる。例えば誘電体共振子22が3個のときは、全ての組合わせは5の3乗で125通りとなる。

【0016】これら全ての組合わせに対して、誘電体フィルタ2の周波数特性を高周波シミュレータ12で計算する。それぞれの誘電体共振子22のズレ量と、周波数特性を対として教師データとし、全ての組合わせについてのデータが集まったところで、ニューラルネットワーク14に学習させる。今度は調整対象の誘電体フィルタ2の周波数特性をニューラルネットワーク14に入力し、誘電体共振子22のズレ量を出力させて、この値に基づき、誘電体共振子22の調整を行う。

【0017】次に、本発明の詳細な説明に移る。

【0018】はじめに、教師データを生成するフローチャートを示す図3を用いて、本発明の内、「教師データを生成し、ニューラルネットワークに学習させるまで」の動作を詳細に説明する。

【0019】まず、素子値発生部10において、上述したように、誘電体共振子22の共振周波数に対して設計値から一定の範囲のズレを設定し、その範囲を等間隔にばらつかせる。そして、個々の誘電体共振子22に、いずれかひとつの値を割り当てて、いろいろな組合わせをつくる。生成した全ての組合わせの内ひとつを選択する。誘電体共振子22以外のコイル23、コンデンサ24等、ここで設定する以外の素子はすべて理想値（設計値）に設定するが、その電気的特性のばらつきが顕著であり、かつその周波数特性に対する影響が、調整用素子である誘電体共振子22の影響に匹敵するかそれ以上である場合は、その素子についても設計値から一定の範囲のズレを設定し、上述した誘電体共振子22と同様に扱う（ステップ101）。

【0020】ステップ101で設定した各素子値のもとに高周波シミュレータ12でシミュレーションを実施し、周波数特性を計算する。計算するポイントは例えば図6に示すように、特定の周波数範囲内の予め選択した周波数点における伝達特性である。なお、後で行う素子値ズレの計算に伝達特性（S21）だけでは不十分であると判断される場合は、S11、S22など他のパラメータを含んでもよい。ここでS11やS22などを含めた場合、以下の説明において周波数特性は全てそれらを含む（ステップ102）。

【0021】ステップ101で素子値発生部10により設定した誘電体共振子22それぞれのズレ量と、それに対応する、ステップ102で高周波シミュレータ12により計算した周波数特性の組合わせを、教師データ記憶部11に記憶する。なお、図には特に示していないが、

教師データ記憶部11において、周波数特性そのものを記憶するかわりに、全ての素子値を設計値としたときの周波数特性との差分をとって、それを記憶することもできる。ここでいう差分とは、図6を例に説明すると、測定ポイントO1からOnの各点において、対応する同一周波数点で、それぞれ設計値と上述の計算した周波数特性の差を求め、これを新たなO1'からOn'とする処理のことであり、以下、差分は全て同じ処理を表わす。また、差分処理により得られるO1'からOn'を差分波形と称する。なお、差分処理を施す理由は、誘電体共振子22のズレに対する入力データの差異を検出することによって、後述するニューラルネットワーク14の学習が早く進むようにするためである(ステップ103)。

【0022】次に、教師データ記憶部11は、ステップ101から103の処理が、全ての誘電体共振子22のズレの組合わせについて実行されたかを確認する。全ての組合わせが終了していなければ、教師データ記憶部11は素子値発生部10に指示し、ステップ101の処理から繰返し、全ての組合わせが終了していれば、教師データ記憶部11は全ての組合わせの教師データをニューラルネットワーク14に出力することにより、ステップ105に進む(ステップ104)。

【0023】教師データ記憶部11に記憶された全ての組合わせの教師データを受け、ニューラルネットワーク14は、以下に述べる学習を行う。ニューラルネットワーク14は、例えば図5のように構成される。図5において、ニューラルネットワーク14は、上述した教師データの内、誘電体フィルタ2の測定値であるO1からOnのデータ数に相当する個数の入力素子を有する入力層30と、これらの入力層のそれぞれの出力を入力する、予め定められた個数の中間素子を持った中間層31と、中間層31の出力を入力とし、誘電体共振子22のズレ量を入力する、誘電体共振子22と同数の出力素子32とを備えている。入力素子の値としては、図6のO1からOnが順番に割当てられる。中間素子は、入力素子の出力にそれぞれ予め指定された重みづけを行った後に、その総和を求め、その総和に応じた値をシグモイド関数で変換して出力する。シグモイド関数の例としては、公知である、 $Y = 1 / \{1 + \exp(-\lambda X)\}$ 等を用いる。

【0024】同様に、出力素子32も全ての中間素子の出力にそれぞれ予め指定された重みづけを行った後に、その総和を求め、その総和に応じた値をシグモイド関数で変換して出力する。出力素子32から出力される値は、0から1の間の実数値を有している。この値は、誘電体共振子22のズレ量に相当する。なお実際の誘電体共振子22のズレ量は0から1の間の数とは限らないので、教師データの誘電体共振子22のズレ量の項は、取り得る最大値を1.0、最小値を0に割当て、中間の値

は比例計算によって0から1.0の間の値にスケールングしたあと、ニューラルネットワーク14の学習に用いる。

【0025】また、ニューラルネットワーク14に、調整対象の誘電体フィルタ2の測定値を入力して誘電体共振子22のズレ量を計算させたときは、上記スケールングの逆変換を行って実際の調整量を得る。

【0026】ニューラルネットワーク14に教師データを学習させるという動作は、具体的には、ニューラルネットワーク14の入力層30と中間層31間および中間層31と出力素子32間の結合の重みづけを正しい値に修正する動作のことであり、修正のアルゴリズムは、例えば誤差逆伝搬法を用いる。誤差逆伝搬法については、公知の方法であり特に説明しない。全ての教師データに対して、出力素子の出力誤差が予め定められた閾値より小さくなったら修正を終了する(ステップ105)。

【0027】次に、調整を行うフローチャートである図4を用いて、本発明の内、「調整対象の誘電体フィルタの測定から調整まで」の動作を詳細に説明する。

【0028】まず、前記ステップ102同様、予め定められた周波数点における周波数特性を、調整対象の誘電体フィルタ2を使用してネットワークアナライザ3で測定する。ネットワークアナライザ3で測定した周波数特性は、波形記憶部16に記憶する(ステップ201)。

【0029】ステップ201で測定した周波数特性を、ネットワークアナライザ3からニューラルネットワーク14に入力し、ニューラルネットワーク14において、前記ステップ105で述べた計算を行う。ニューラルネットワーク14の出力は、誘電体共振子22のズレ量である。また、前記ステップ103において、周波数特性そのものを記憶するかわりに、全ての素子の設計値における周波数特性との差分をとってそれを記憶した場合は、ステップ202においても、ニューラルネットワーク14に入力する周波数特性に同一の処理を施し、結果を波形記憶部16に記憶する(ステップ202)。

【0030】ニューラルネットワーク14は、誘電体共振子22のズレを高周波シミュレータ12に出力し、高周波シミュレータ12は、周波数特性のシミュレーションを行う。この高周波シミュレータ12による計算結果は、波形処理部15に出力される(ステップ203)。

【0031】探索用素子値発生部13は、高周波シミュレータ12の指示により誘電体フィルタ2を構成する全ての素子に設計値を入力し、高周波シミュレータ12は周波数特性の計算を行う。なお、この処理を度々行うかわりに一度だけ行って、外部記憶装置等に設計周波数特性として記憶しておき、これを利用してもよい。なお、計算結果は高周波シミュレータ12から波形処理部15に出力される(ステップ204)。

【0032】波形処理部15において、高周波シミュレータ12から入力された、(ステップ204で計算した

設計周波数特性) - (ステップ203で計算した周波数特性)の差分処理を行う。これによって得られる差分波形は、仮に誘電体共振子22のズレ分だけ調整を施したとき、測定した周波数特性がどれだけ動くかを表わす期待値になる(ステップ205)。

【0033】ステップ207に移る前に、探索用素子値発生部13は、高周波シミュレータ12の指示により高周波シミュレータ12に設定する全ての素子値を設計値にする(ステップ206)。

【0034】探索用素子値発生部13において、誘電体共振子22の内ひとつを選択し、この共振周波数を物理的に調整可能な最少量だけ変化させる。調整可能な最少量とは調整の分解能のことであり、調整対象の誘電体フィルタ2の電極を削る際に制御可能な最少量を示す。変化後の誘電体共振子22の共振周波数の値は探索用素子値発生部13に保持しておく。探索用素子値を探索用素子値発生部13から高周波シミュレータ12に出力し、高周波シミュレータ12は探索用素子値における周波数特性を計算する。その計算結果は高周波シミュレータ12から波形処理部15に出力される(ステップ207)。

【0035】波形処理部15において、(ステップ207で計算した探索用素子値における周波数特性) - (ステップ204で計算した設計値における周波数特性)にあたる差分の計算を行う(ステップ208)。

【0036】波形処理部15は、波形記憶部16に記憶していたステップ201の周波数特性を波形記憶部16から得て、(ステップ201で測定した周波数特性) + (ステップ205で計算した差分波形) + (ステップ208で計算した差分波形)の加算処理を行う。加算処理は差分処理と同様に、各周波数点に対してそれぞれ行う。処理結果は、調整対象の誘電体フィルタ2に、ステップ202で得た誘電体共振子22のズレ量と、ステップ207で設定したずらし量を施したとき、得られると期待できる周波数特性となり、波形処理部15から規格判定部18に出力される。

【0037】次に、規格判定部18は、波形処理部15から入力された加算処理結果をもとに、ステップ208で計算した周波数特性の特定の規格点において、規格の余裕がどれだけあるかを計算する。規格点とは、周波数特性のなかで予め設定された条件を満足しなければならない箇所である。図6を例にとると、一般的にはO1からOnの全ての点に対して規格値が定められているのではなく、いくつかの規格点とそこで満足すべき規格値が設定されている。

【0038】仮に2点で規格値が設定されている例で説明する。規格点および規格値を例えばOkで伝達係数S21が-2dB以上、Ojで伝達係数S21が-10dB以下とする。規格の余裕度は、規格値と前記加算処理の結果との差であり、例えばOkの前記加算処理の結果

が-1dBであれば余裕度は1dB、Ojの前記加算処理の結果が-9dBであれば余裕度は-1dBとなる。実際に調整するときは、余裕度ができるだけ大きくなるよう調整するが、複数の規格点の余裕度のバランスをとる必要がある。そこで、例えば全ての規格点の余裕度の総和をとり、総合の余裕度とする。総合の余裕度としては、他にも重みつき平均、相乗平均などが候補となるが、調整対象の誘電体フィルタ2の特徴に合わせて決定する(ステップ209)。

【0039】規格判定部18は、ステップ209で計算した総合の余裕度を評価し予め定められた閾値より大きい場合は、規格判定部18から調整量指示部17に調整終了を通知しステップ211に進む。余裕度が予め定められた閾値より小さい場合は、規格判定部18は探索用素子値発生部13に繰返しの指示を出力することによりステップ207にもどり、前回行ったステップ207のときの誘電体共振子22の設定値と少しずつして再度繰返す。なお、その時素子値をずらす方向を決定するために、図には特に示していないが、処理207における誘電体共振子22の設定値およびそのときのステップ209で計算した総合の余裕度を探索用素子値発生部13に記憶しておき、探索用素子値発生部13は、この履歴を参照して余裕度が大きくなると期待される方向にずらす。この処理には、例えば山登り法等の公知の探索のアルゴリズムが利用できる(ステップ210)。

【0040】規格判定部18からの指示により調整量指示部17は、最終的に総合の余裕度が予め定められた閾値より大きくなったときの、探索用素子値発生部13から出力するステップ207のずらし量と、ニューラルネットワーク14から出力するステップ202で計算したズレ量の総和を、調整量として調整手段4に対して出力する。調整量の出力は、例えば作業者に指示する場合は、モニタ等を調整手段4として使用し画面上に指示文章を表示する。また、電極を削る工具とそれを位置決めするロボットを使用する場合は、それに適合した電気信号となる。モニタの画面表示およびロボットを使用する方法については、公知の技術であり特に説明しない。

【0041】また、上記実施の形態は、本発明を、誘電体フィルタの調整に適用した場合について示しているが、他にも、高周波アンプ等、シミュレータにより特性がシミュレーションできるものに対して、本発明を適用できることは明らかである。

【0042】

【発明の効果】上述したように、本発明の誘電体フィルタの調整方法および装置は、調整にニューラルネットワーク14を用いており、ニューラルネットワーク14の教師データは高周波シミュレータ12により自動的に生成されるので、熟練者の実績を人手で調査する必要がなく、作業の効率化がはかれるという効果がある。また、個々の作業者のノウハウに依存しないので、作業者によ

11

12

る属人性に影響されることもなく、調整の熟練者が存在しない場合でも、調整システムが構築できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示すブロック図である。

【図2】誘電体フィルタの一例を示す実装図である。

【図3】教師データを生成するフローチャートである。

【図4】調整を行うフローチャートである。

【図5】ニューラルネットワークの構成図である。

【図6】周波数特性の一例図である。

【図7】従来例を示す構成図である。

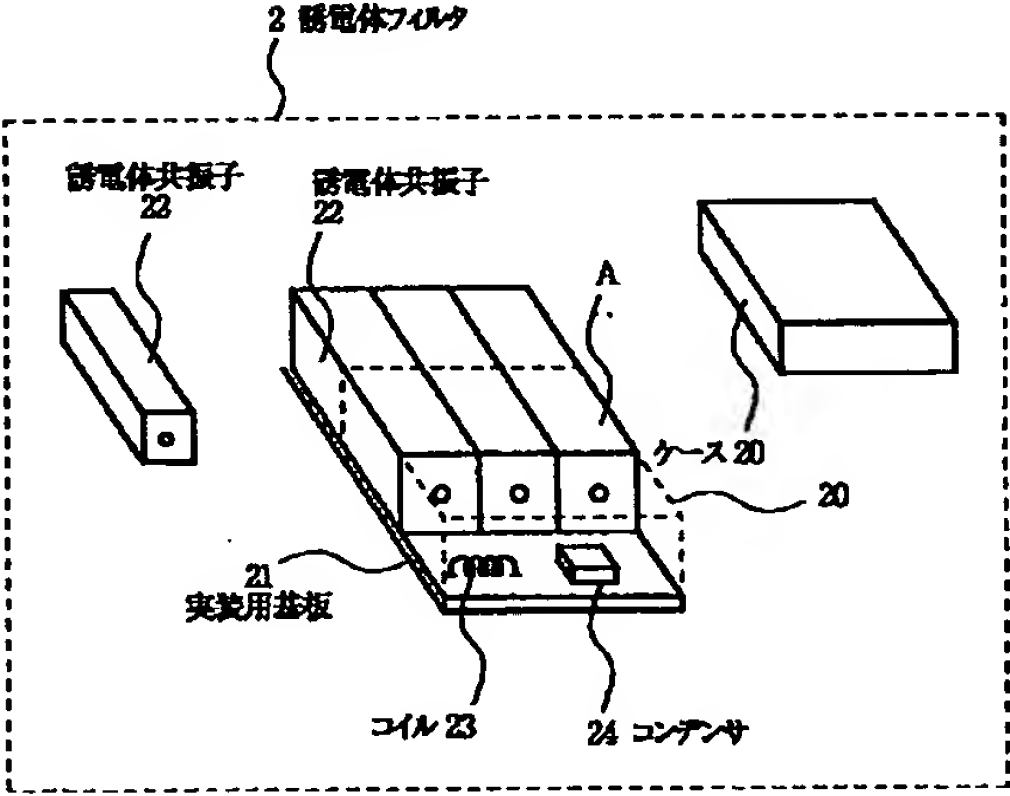
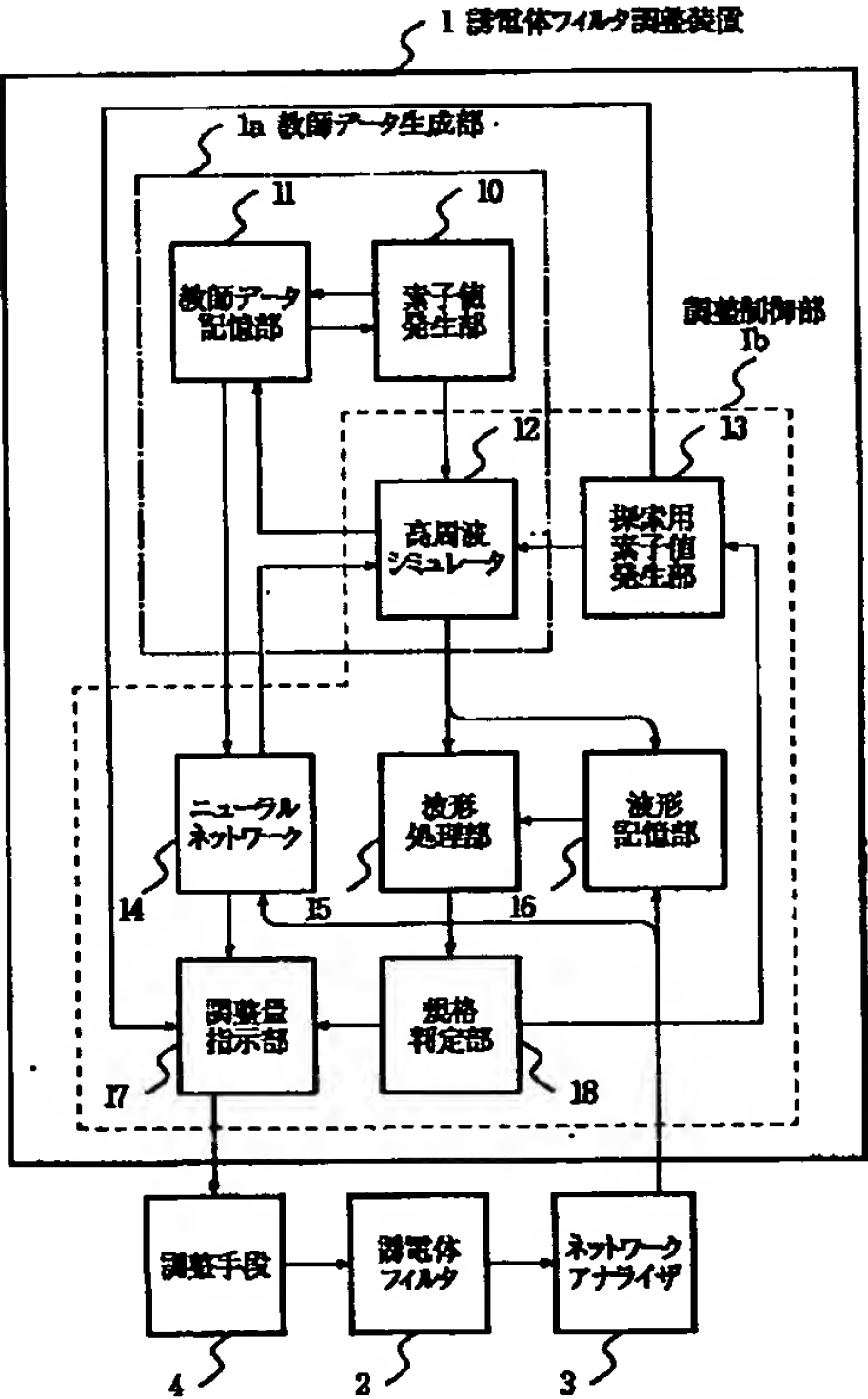
【符号の説明】

- 1 誘電体フィルタ調整装置
- 1a 教師データ生成部
- 1b 調整制御部
- 2 誘電体フィルタ
- 3 ネットワークアナライザ

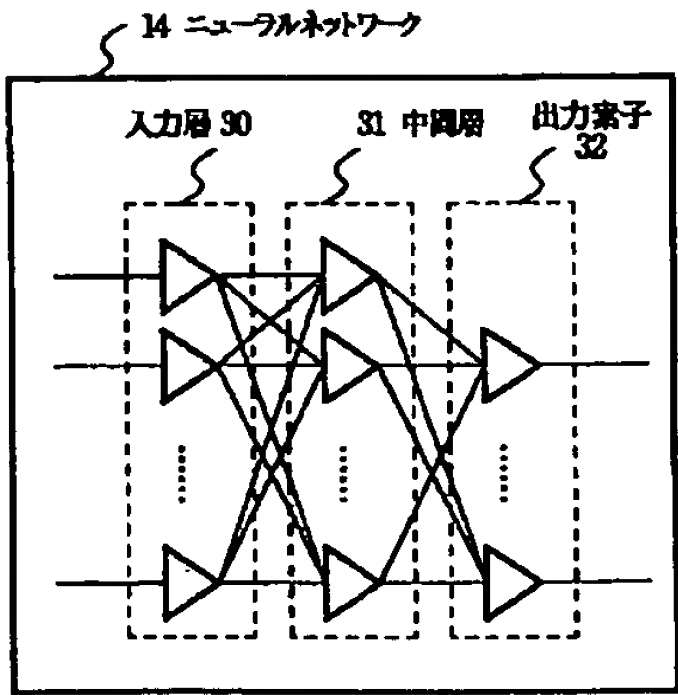
- 4 調整手段
- 10 素子値発生部
- 11 教師データ記憶部
- 12 高周波シミュレータ
- 13 探索用素子値発生部
- 14 ニューラルネットワーク
- 15 波形処理部
- 16 波形記憶部
- 17 調整量指示部
- 18 規格判定部
- 20 ケース
- 21 実装用基板
- 22 誘電体共振子
- 23 コイル
- 24 コンデンサ
- 30 入力層
- 31 中間層
- 32 出力素子

【図1】

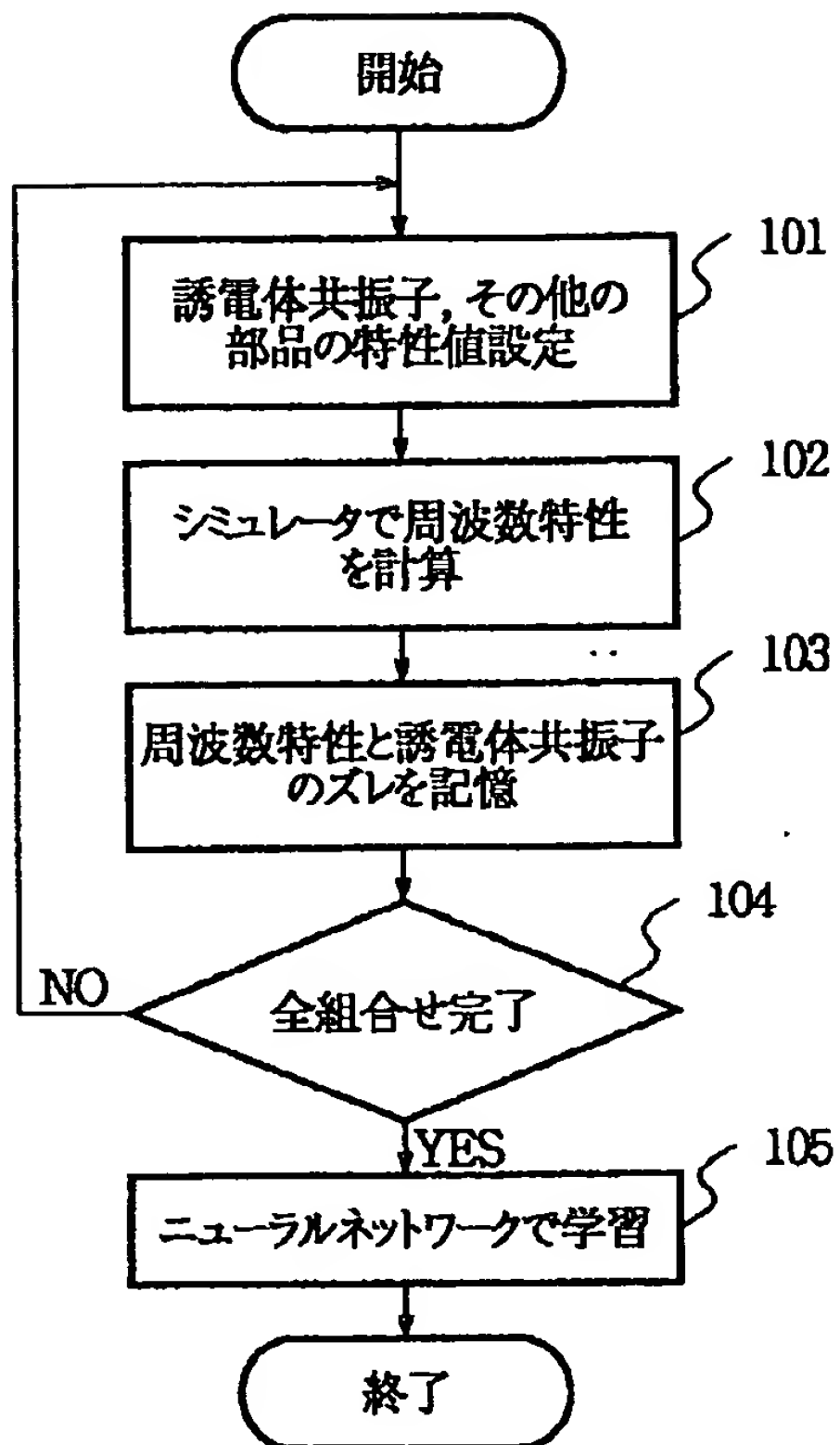
【図2】



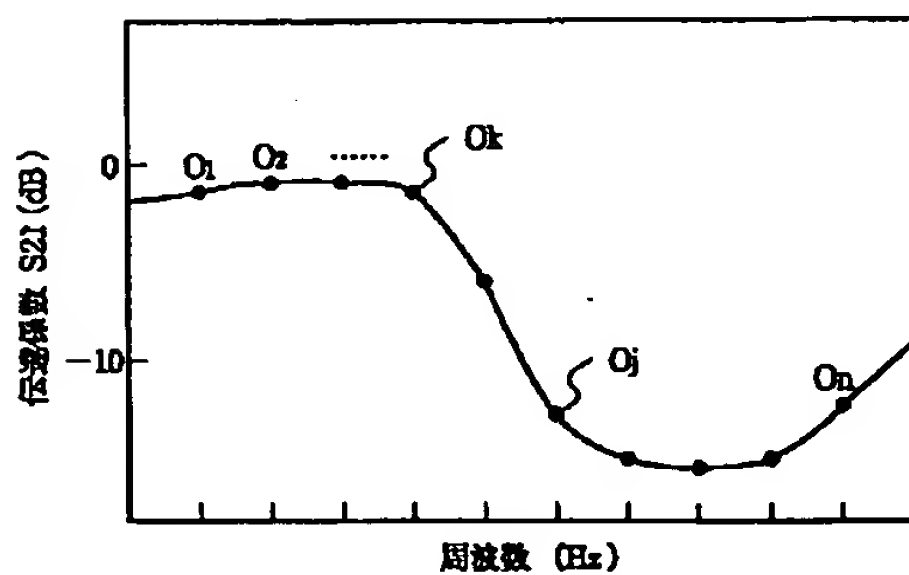
【図5】



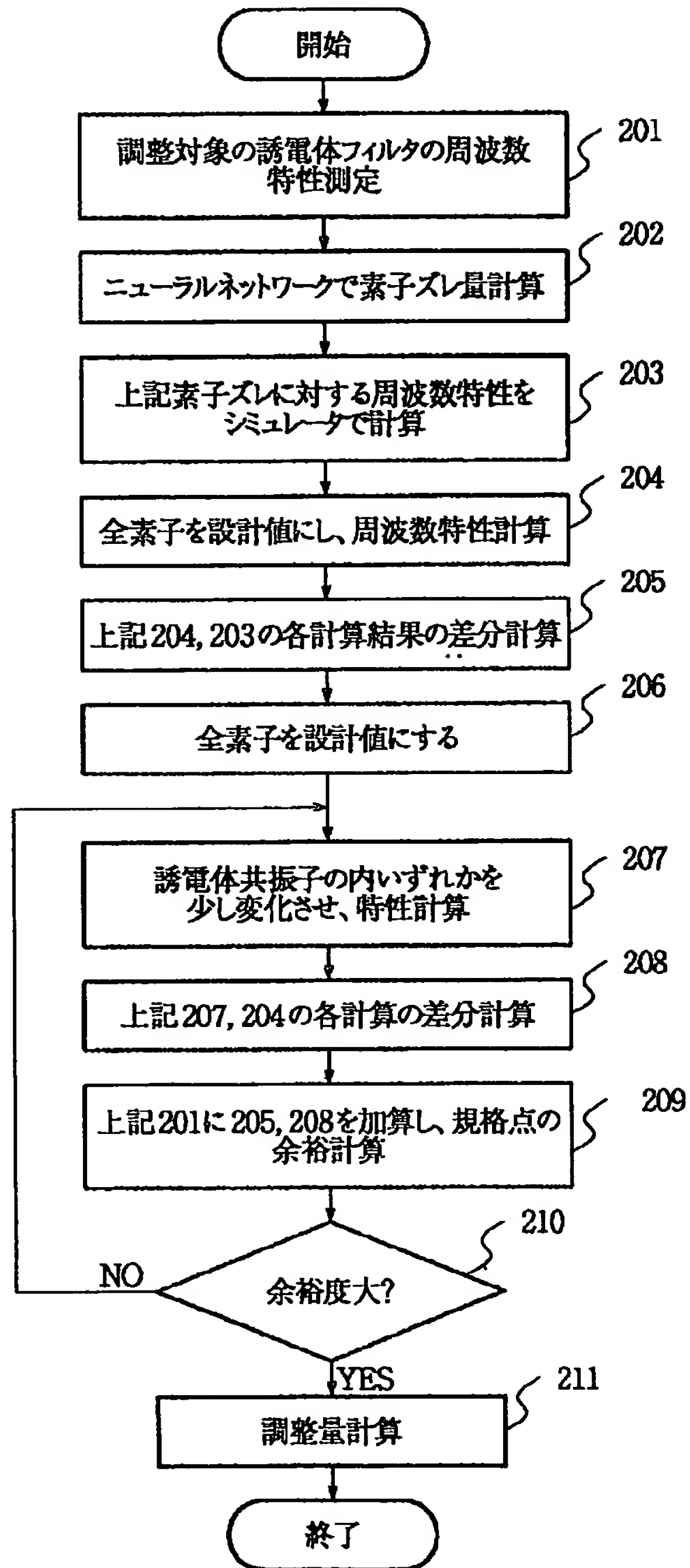
【図3】



【図6】



【図4】



【図7】

